

增補含鉻能量糖對有氧及無氧運動表現的影響

Effects of energy candy containing chromium supplement on aerobic and anaerobic exercise performance

¹陳厚諭 Hou-Yu Chen ²林立山 Li-Shan Lin* ³范姜逸敏 Yi-Min Fan Chiang ¹王鶴森 Ho-Seng Wang

¹國立臺灣師範大學體育學系 Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

²桃園縣立建國國民中學 Taoyuan Chien Kuo Junior High School*

³淡江大學體育事務處 Office of Physical Education, Tamkang University

投稿日期：2015 年 04 月；通過日期：2015 年 06 月

摘要

目的：探討氧協同多重菸鹼酸鉻複合物 (NBC) 與含鉻能量糖 (UBE) 增補對有氧及無氧運動表現的影響。方法：受試者為 12 名大專體育科系男性學生 (年齡：20.3 ± 2.26 歲；BMI：21 ± 1.17 kg/m²)，採雙盲、安慰劑控制及平衡次序法進行不同增補處理 (NBC、UBE 或安慰劑；劑量皆為 200 微克) 各一次 (每次間隔 1 週)，增補後 15 分鐘依序進行原地跑步機之最大有氧運動表現測試，以及原地腳踏車之 30 秒無氧溫蓋特測驗 (Wingate test)。測驗依變項包含最大攝氧量與運動衰竭時間之有氧運動表現、平均動力輸出與最大動力輸出之無氧運動表現，以及血乳酸。結果：受試者在增補 NBC 與增補 UBE 後之最大攝氧量 (NBC: 5.1%; UBE: 5.5%)、延遲衰竭時間 (NBC: 2.1%; UBE: 3.5%)、平均動力輸出 (NBC: 3.3%; UBE: 3.8%) 及最大動力輸出 (NBC: 9.4%; UBE: 12%) 皆顯著優於安慰劑處理 ($p < .05$)，且增補 UBE 之衰竭時間也顯著優於 NBC ($p < .05$)，另外，增補 UBE 在溫蓋特測驗後之血乳酸濃度顯著高於增補 NBC (14.3%) ($p < .05$)。結論：NBC 與 UBE 增補均能有效改善有氧運動及無氧運動之表現。若單就運動衰竭時間而言，由於 UBE 內含 NBC 及碳水化合物等其他成分，所以增補 UBE 更具有加成之效果。

關鍵字：氧協同多重菸鹼酸鉻複合物、營養增補、溫蓋特測驗、最大攝氧量、衰竭時間

壹、緒論

在運動競賽場上，教練與運動員一致的目標乃致力於提升運動表現，進而締造卓越佳績，運動員除了平時透過有計劃且具科學性的訓練方式來增進運動表現之外，亦不斷的尋求其他策略來增進比賽成績。在營養與運動表現的研究領域中，美國運動醫學會在 2009 年發表了一篇聯合立場聲明，指出適當之營養增補有助於運動表現提升、訓練或競賽後的恢復 (Rodriguez, DiMarco, & Langley, 2009)，Spriet (2014) 更於運動醫學期刊之專欄中，闡述了營養增補在維持運動員身心健康及正向運動表現中扮演重要的角色，由此可知，營養增補對運動表現的促進極具重要性。微量營養素 (例如：維生素與礦物質) 屬於營養增補的一環，且在能量代謝過程擔任重要的輔酶並協助能量的製造與生產，適度補充則有利運動中肌肉及心肺系統的工作表現 (Huskisson, Maggini, & Ruf, 2007)。

鉻 (chromium, Cr)，為人體必需之微量元素，體內無法自行合成而需藉由外源性補充 (Cefalu & Hu, 2004)，缺乏鉻會導致血液中葡萄糖、胰島素及脂肪濃度上升，並降低人體高密度脂蛋白 (Anderson, 1998)，亦有研究指出心血管疾病及糖尿病患者和體內鉻含量不足有關 (Anderson, 1995)。另外，過去研究已證實長期 (5~12 週) 增補鉻 (200~1000 微克/天) 具有降低體重、減少體脂肪及增加淨體重的效果 (Evans, 1989; Kaats, Blum, Fisher, & Adelman, 1996; Grant, Kristen, Chandler, Castle, & Ivy, 1997; Kaats, Blum, Pullin, Keith, & Wood, 1998; Crawford, Scheckenbach, & Preuss, 1999)。鉻以各種氧化狀態存在於環境中，其中以三價鉻 (trivalent chromium, Cr+3) 最為重要，原因在於其可以從食物中獲得且能被人體吸收運用 (Cefalu & Hu, 2004)，許多營養增補品皆包

*通訊作者：林立山 Email: rafter_chen0530@hotmail.com

地址：桃園市桃園區介新街 20 號

含三價鉻的成分 (例如: Chromax[®] 及 Diachrome[®]) , 並以化合物菸鹼酸鉻 (chromium polynicotinate) 及新型菸鹼酸鉻—氧協同多重菸鹼酸鉻複合物 (niacin-bound chromium, NBC) 的形式存在 (Balk, Tataioni, Lichtenstein, Lau, & Pittas, 2007) 。研究證實 NBC 最易被人體吸收, 平均吸收率和存留率是一般三價鉻化合物的 3~6 倍 (Olin, Stearns, Armstrong, & Keen, 1994) , 其在人體內之半衰期為 4~10 小時 (Lee, Kim, & Kwon, 2009) , 再者, NBC 主要能促進醣類代謝、增進胰島素作用, 使血液中的葡萄糖進入到細胞中, 進而產生能量 (Shara et al., 2005; Thirunavukkarasu et al., 2006) 。目前市面上有廠商研發含 NBC 成分之能量糖嚼錠 (U 牌能量嚼錠, UBE) , 該食品主要成分即 NBC 及碳水化合物 (核糖、玉米糖漿及蔗糖) (表 1) , 所以立即性增補 UBE 可能有助於能源進入細胞, 並產生足夠的能量供運動所需, 藉以提升有氧及無氧運動表現, 不過其是否具有提升運動表現的效用, 仍未獲得研究的證實。

有關立即性增補鉻對運動表現的影響方面, Frank 與 Baer (2002) 以 6 位自由車選手為受試者, 依序進行次最大強度 (75%最大攝氧量) 原地腳踏車運動 60 分鐘及 30 秒無氧溫蓋特等兩項測試, 並採平衡次序法於次最大運動中分別增補含糖飲料 (CE 處理) 與摻入 NBC 共 200 微克之含糖飲料 (CE+NBC 處理) 各一次 (兩次處理間隔 2 週), 結果發現 CE+NBC 處理在溫蓋特之總動力輸出 (total power) 顯著高於 CE 處理, 血乳酸濃度顯著低於 CE 處理; 在次最大運動測試方面, 雖然 CE+NBC 處理攝氧量與二氧化碳產生量高於 CE 處理, 以及呼吸交換率低於 CE 處理, 但並未達顯著。此外, Roberts 等 (2007) 以 10 位有運動習慣之受試者, 一樣採平衡次序法分別增補 Javafit[®] Energy Extreme 運動飲料 (JEE, 含咖啡因 450 微克、菸鹼酸鉻 225 微克、藤黃果 1200 微克及苦橙 360 微克) 及去咖啡因飲料 (decaffeinated coffee) (DECAF) 各一次 (兩次處理間隔 1 週), 並在增補後 15 分鐘依序進行原地跑步機之衰竭性有氧運動測驗 (Bruce protocol) 及 30 秒無氧溫蓋特測驗, 結果發現, 兩組無論是在無氧或有氧運動表現方面皆無顯著差異。綜觀上述兩篇研究, 在有氧運動表現方面, 雖然結果皆未達顯著, 不過 Frank 與 Bear (2002) 實驗中 CE+NBC 組之測驗項目 (攝氧量、二氧化碳產生量及呼吸交換率) 有優於 CE 組的趨勢; 無氧動力表現方面, 兩篇研究的結果也並不一致, 推測可能原因為增補成分或鉻化合物

(Frank: NBC; Roberts: 菸鹼酸鉻) 的不同有關。

目前有關立即性增補鉻對有氧及無氧運動表現的研究並不多, 研究結果也較為分歧, 而本研究除了確認 NBC 對運動表現的效益之外, 亦希望進一步釐清含碳水化合物之 UBE 對運動表現的效益, 是否具有加成的效果。因此, 本研究目的旨在探討立即性增補 NBC 或 UBE 對健康男性有氧運動表現 (最大攝氧量及衰竭時間)、無氧運動表現 (平均動力輸出及最大動力輸出) 及血液生化指標 (血乳酸及血糖) 的影響。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究招募自願參與且健康情況良好之男性大學體育相關科系學生共 12 名 (年齡: 20.3 ± 2.26 歲、身高: 172.9 ± 4.81 公分、體重: 62.8 ± 4.16 公斤及 BMI: 21 ± 1.17 kg/m²), 所有受試者皆簽署知情同意書後, 始進行實驗相關程序。受試者須符合下述規定: (一) 無抽菸及飲酒之習慣、(二) 身體質量指數介於 18.5~24 kg/m²、(三) 實驗前無運動傷害存在。實驗期間亦要求受試者: (一) 維持平時飲食習慣與充足睡眠、(二) 運動測驗前 48 小時避免從事激烈運動、(三) 實驗前需空腹 8 小時及 (四) 實驗期間禁止攝取其他營養增補劑。

二、實驗設計

本研究受試者於實驗前 2 天至實驗室填寫基本資料, 量測身高、體重, 以及熟悉運動測驗 (有氧: 最大攝氧量測驗; 無氧: 30 秒無氧溫蓋特測驗) 相關程序, 隨後 (間隔 2 天) 採雙盲、安慰劑控制及平衡次序進行 3 次之增補處理 (NBC、UBE 及安慰劑)。實驗時間皆於上午 8~12 點進行, 每位受試者之 3 次增補處理及運動測驗時間均安排在同一時段, 且每次增補處理間隔 1 週, 旨在讓受試者體內之 NBC 完全排除 (NBC 於人體內之半衰期為 4~10 小時) (Lee et al., 2009) , 並在空腹下進行增補, 且 3 次增補時間均為有氧運動測驗前 15 分鐘 (如圖 1) 。採重複量數設計方式探討不同增補處理對有氧及無氧運動表現的影響。

三、運動測驗及程序

本研究之運動測驗方式係參考 Roberts 等 (2007) 的研究。首先讓受試者坐在椅子上安靜休息 15 分鐘, 並在增補前採集安靜時血乳酸 (Lactate ProTM LT-1710, ARKRAY Inc. Japan)、血糖 (MAJOR II 晶茂科技股份

有限公司，臺灣) 及心跳率 (Polar S810i™, Polar Electro Inc. Finland)，隨後進行增補處理，待增補 15 分鐘後以原地跑步機 (mercury, h/p/cosmos®, Germany) 進行最大有氧運動測驗 (Bruce protocol)，過程中受試者需配掛面罩並藉由 Vmax 電腦能量代謝測量系統 (SensorMedics, The CardioPulmonary Care Company™, USA) 進行氣體分析，以求得最大攝氧量 ($\dot{V}O_{2max}$) (判定標準須達下述 3 項中之任意 2 項：1. 當強度增加時攝氧量並無明顯增加、2. 呼吸交換率在 1.1 以上及 3. 心跳率在最大預測值 ± 10 次/分範圍) 及衰竭時間 (計算測驗一開始至衰竭所花的時間)，同時測量衰竭後 3 分鐘之血乳酸及血糖濃度。衰竭後經休息 30 分鐘後，於原地腳踏車 (Lode, Nederland) 上以 30 秒無氧溫蓋特進行最大無氧運動測驗，以求得平均動力輸出 (總動力輸出除以 30 秒之數值) 及最大動力輸出 (每 5 秒為 1 單位來計算其動力輸出，並取 30 秒後最高的數值代表之，單位為瓦特)，亦於測驗後 3 分鐘測量血乳酸及血糖濃度。血液採集點共有增補前、有氣與無氣運動前，以及運動後 3 分鐘，共 5 次，所有血液採集方式皆係透過指尖採血。測驗程序如圖 1 所示。

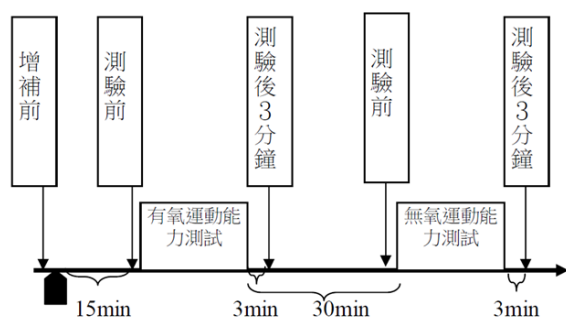


圖 1 運動測驗程序：↓ 代表採血點，■ 代表增補點

四、增補劑

本研究係以 500 毫升的水於每次運動測驗前，分別增補 200 微克 NBC (ChromeMate®; InterHealth Nutraceutical Inc., Concord, CA, USA) (Frank & Bear, 2002)、市售 UBE 4 顆 (Geneva Health Inc., Vista, CA, USA) (每顆約 5.2 公克，內含 50 微克的 NBC，4 顆共計 200 微克之 NBC) 或安慰劑 200 微克 (食用麵粉；日正，臺灣；內含 160 微克的糖)，上述所有增補物在每次增補處理時，皆以碎狀或粉末形式置入於 8 顆膠囊內，再進行接續之增補。UBE 之營養標示及成分如表 1 所示。

表 1 UBE 營養標示及成分

熱量	17.5 大卡
碳水化合物	3.71 公克
蛋白質	0 公克
脂肪	0.16 公克
飽和脂肪	0.07 公克
反式脂肪	0 公克
鈉	0.29 公克
氧協同多重於鹼酸鉻	50 微克
成份：人蔘抽出物、綠茶抽出物、氧協同多重於鹼酸鉻、牛磺酸、大豆卵磷脂、肌醇、核醣、玉米糖漿、棕櫚油、甘油、檸檬酸、蔗糖素、食用黃色5號	

五、資料處理與分析

本研究之不同增補劑 (NBC、UBE 及安慰劑) 及採血時間 (增補前、有氣與無氣運動前，以及運動後 3 分鐘，共 5 次) 為重複因子，觀察之依變項為有氣運動表現 ($\dot{V}O_{2max}$ 及衰竭時間)、無氣運動表現 (平均動力輸出及最大動力輸出) 及血液生化指標 (血乳酸及血糖)。以重複量數單因子變異數分析考驗不同增補劑之有氣及無氣運動表現等依變項差異顯著情形，另以重複量數 2 因子變異數分析考驗不同增補劑及採血時間之血乳酸與血糖濃度的差異顯著情形，事後比較採用 LSD 法。顯著水準為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、增補 NBC 與 UBE 對最大有氧運動表現的影響

不同增補處理下之 $\dot{V}O_{2max}$ 及運動衰竭時間的差異顯著情形如圖 2、圖 3 所示。增補 NBC 與增補 UBE 之 $\dot{V}O_{2max}$ 皆顯著優於安慰劑處理 (NBC: 5.1%; UBE: 5.5%) ($p < .05$)，且 NBC 與 UBE 處理間並無顯著差異 (圖 2) ($p > .05$)；運動衰竭時間方面，增補 NBC 與 UBE 同樣均顯著優於安慰劑處理 (NBC: 2.1%; UBE: 3.5%)，且增補 UBE 又顯著優於 NBC 處理 ($p < .05$) (圖 3)。

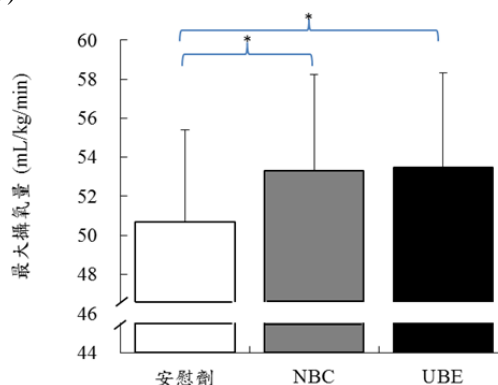


圖 2 不同增補處理下之最大攝氧量

註：*表示和增補安慰劑相比達顯著差異 ($p < .05$)

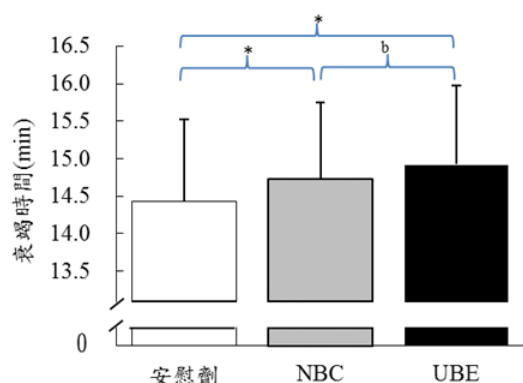


圖3 不同增補處理下之運動衰竭時間

註：*表示和增補安慰劑相比達顯著差異 ($p < .05$)；b表示和增補NBC相比達顯著差異 ($p < .05$)

二、增補NBC與UBE對最大無氧運動表現的影響

不同增補處理下之平均動力輸出及最大動力輸出的差異顯著情形如圖4、圖5所示。增補NBC與增補UBE之平均動力輸出 (NBC: 3.3%; UBE: 3.8%) (圖4) 及最大動力輸出 (NBC: 9.4%; UBE: 12%) (圖5) 皆顯著優於安慰劑處理 ($p < .05$)，但增補NBC與增補UBE在平均動力輸出及最大動力輸出方面並無差異存在 ($p > .05$)。

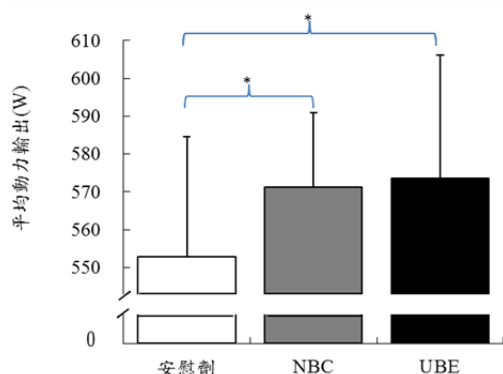


圖4 不同增補處理下之平均動力輸出

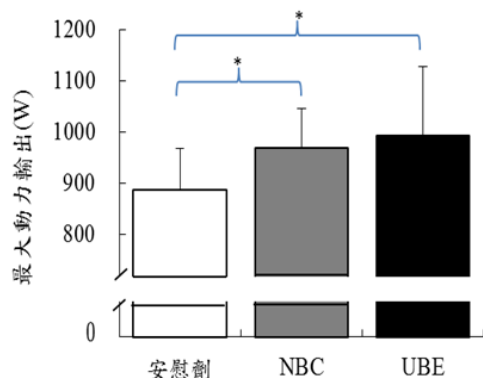
註：*表示和增補安慰劑相比達顯著差異 ($p < .05$)

圖5 不同增補處理下之最大動力輸出

註：*表示和增補安慰劑相比達顯著差異 ($p < .05$)

三、增補NBC與UBE對有氧及無氧運動測驗之血液生化指標的影響

不同增補處理下在增補前、有氧與無氧運動測驗前，以及運動後3分鐘之血乳酸、血糖濃度之差異情形如表2所示。血乳酸方面，增補因子與時間因子之交互作用雖未達顯著 ($p > .05$)；不過進一步比較增補因子的單純主要效果發現，無氧運動測驗結束後增補UBE之血乳酸濃度顯著高於增補NBC ($p < .05$)；在時間因子的主要效果中，發現在有氧運動後、無氧運動前及無氧運動後之血乳酸濃度皆高於安靜值 ($p < .05$)。血糖方面，增補因子與時間因子之交互作用達顯著 ($p < .05$)，經單純主要效果分析後發現，增補UBE在有氧運動前及有氧運動後之血糖濃度皆顯著高於NBC及安慰劑 ($p < .05$)；在時間因子的主要效果中，有氧運動後之血糖濃度皆顯著高於安靜值 ($p < .05$)，另外，增補NBC後15分鐘，血糖濃度顯著低於安靜值 ($p < .05$)，而在增補UBE後15分鐘以及無氧運動測驗前，血糖濃度皆高於安靜值 ($p < .05$)。

表2 增補NBC與UBE對有氧及無氧運動測驗之血液生化指標

	增補前 (安靜值)	增補後 15分鐘	有氧 運動後	無氧 運動前	無氧 運動後
血乳酸 (mM/L)					
安慰劑	1.5 ± 0.51	1.5 ± 0.51	13.8 ± 2.54 ^a	8.3 ± 2.54 ^a	15.2 ± 2.60 ^a
NBC	1.4 ± 0.38	1.8 ± 0.46	12.9 ± 2.10 ^a	7.9 ± 1.35 ^a	14.0 ± 2.07 ^a
UBE	1.6 ± 0.57	1.6 ± 0.57	14.0 ± 1.79 ^a	8.7 ± 2.79 ^a	16.0 ± 2.32 ^{ab}
血糖 (mg/dl)					
安慰劑	98.3 ± 7.25	97.3 ± 8.33	117.6 ± 11.67 ^a	101.8 ± 13.45	97.7 ± 13.93
NBC	98.8 ± 3.81	95.0 ± 2.59 ^a	121.0 ± 10.34 ^a	106.2 ± 15.18	96.3 ± 13.21
UBE	96.6 ± 8.99	113.3 ± 9.73 ^{*ab}	130.8 ± 14.34 ^{*ab}	107.1 ± 13.14 ^a	99.8 ± 11.75

註：本表之數據以平均數 ± 標準差表示；*表示和增補安慰劑相比達顯著差異 ($p < .05$)；^a表示和增補前相比達顯著差異 ($p < .05$)；^b表示和增補NBC相比達顯著差異 ($p < .05$)。

肆、討論

本研究主要發現為立即性增補NBC與UBE (氧協同多重菸鹼酸鈣 200 微克) 之膠囊後，對原地跑步機之 $\dot{V}O_{2max}$ (NBC: 5.1%; UBE: 5.5%) (圖2) 與 $\dot{V}O_{2max}$ 測試之衰竭時間 (NBC: 2.1%; UBE: 3.5%) (圖3) 等有氧

運動表現，以及原地腳踏車 30 秒無氧溫蓋特測驗之平均動力輸出 (NBC: 3.3%; UBE: 3.8%) (圖 4) 與最大動力輸出 (NBC: 9.4%; UBE: 12%) (圖 5) 等無氧運動表現皆顯著優於安慰劑處理，且 UBE 延遲 $\dot{V}O_{2max}$ 測試之衰竭時間的效果優於 NBC。

在有氧運動表現方面，先前有關立即性鉻增補的研究像是使用吡啶甲酸鉻 (含 Cr^{+3} 化合物 200 微克) (Walker, Bembien, M. G., Bembien, D. A., & Knehans, 1998) 或 JEE (含 Cr^{+3} 化合物 225 微克) (Hoffman et al., 2007; Roberts et al., 2007) 為增補劑，皆認為無法提升 $\dot{V}O_{2max}$ ，但增補 JEE 運動後之攝氧量明顯提升 (Roberts et al., 2007)，不過本研究結果卻顯示，無論是單純增補 NBC 或 UBE 皆顯著提升了 $\dot{V}O_{2max}$ (NBC: 5.1%; UBE: 5.5%)，與先前研究結果不同的可能原因為 NBC 係新型菸鹼酸鉻，其較易被人體吸收且存留率是吡啶甲酸鉻的 3 倍 (Olin, Stearns, Armstrong, & Keen, 1994)，同時也具有增進胰島素敏感度的作用 (Shara et al., 2005; Thirunavukkarasu et al., 2006)，因此可能有利於有氧運動表現。此外，過去 Hoffman 等 (2007) 以 JEE 為增補劑發現能顯著提升 75% $\dot{V}O_{2max}$ 跑步機測試之衰竭時間 (29%)，不過 Hoffman 等認為增進衰竭時間的原因主要係 JEE 是一種咖啡飲料，再結合其他成份造成對耐力運動表現的增進，並非單純菸鹼酸鉻的效果。但根據本研究結果則進一步發現，單純增補 NBC 能提升 $\dot{V}O_{2max}$ 測試之衰竭時間 (2.1%)，且增補 UBE 更加成了延遲運動衰竭時間之效果 (3.5%)，而此種加成之效果可能與 UBE 本身另含有核糖、玉米糖漿及蔗糖素等碳水化合物成分有關 (表 1)，亦符合過去研究認為碳水化合物增補能有效提升有氧運動表現的結果 (Saunders, Moore, Kies, Luden, & Pratt, 2009)。再者，本研究在血糖指標的結果發現，增補 UBE 後 15 分鐘 (113.3 ± 9.73 mg/dl) 及有氧運動測驗後 (130.8 ± 14.34 mg/dl) 之血糖濃度分別皆顯著高於 NBC (增補後： 95.0 ± 2.59 mg/dl；運動後： 121.0 ± 10.34 mg/dl) 及安慰劑 (增補後： 97.3 ± 8.33 mg/dl；運動後： 117.6 ± 11.67 mg/dl) (表 2)，顯示增補含碳水化合物之 UBE 有利於維持血糖濃度並可能減少肌肉肝醣的消耗，比單純增補 NBC 更具有促進有氧運動表現的效益。血乳酸指標方面，不同增補條件下無論是在增補後及有氧運動後皆無顯著差異，顯示能量糖不會對安靜時及有氧運動後之血乳酸造成影響。

在無氧運動表現方面，過去立即性鉻增補的研究僅 Frank 等 (2002) 一篇，其以平衡次序法比較增補含糖飲料 (CE 組) 及含 NBC 200 微克之含糖飲料 (CE+NBC 組) 對 30 秒無氧溫蓋特之動力輸出的影響，結果發現 CE+NBC 組在增補後總動力輸出顯著提升，本研究的結果與 Frank 等 (2002) 相符，並進一步證實單純增補 NBC 或增補含碳水化合物之 UBE 皆顯著提升 30 秒無氧溫蓋特測驗之平均動力輸出 (NBC: 3.3%; UBE: 3.8%) 及最大動力輸出 (NBC: 9.4%; UBE: 12%)。由於無氧運動測驗時的能量來源幾乎全來自於醣類，且鉻具有協助血液中葡萄糖進入細胞之作用，藉以提供能量給肌肉細胞使用，最終能產生更大之動力輸出而可能有利無氧運動表現提升。此外，雖然過去有研究指出鉻增補後促進胰島素作用或增加胰島素敏感性，而可能改變醣類的代謝，並有助於降低高強度運動後之血乳酸 (Pagan, Jackson, & Duren, 1995; Frank et al., 2002)，但本研究在無氧運動測驗前不同增補處理之血乳酸濃度並無差異，而增補 NBC 在無氧運動測驗後之血乳酸濃度 (14.0 ± 2.07 mM/L) 雖有略低於安慰劑 (15.2 ± 2.60 mM/L) 的趨勢，不過未達顯著，反觀無氧運動測驗後之 UBE 血乳酸濃度 (16.03 ± 2.32 mM/L) 比增補 NBC (13.96 ± 2.07 mM/L) 顯著上升 14.3%，可能原因與 UBE 含有碳水化合物，尤其是核糖 (D-ribose) 的成分有關，由於增補核糖能促進運動中 ATP 合成與再製 (Dodd, Johnson, Fernholz, & St. Cyr, 2004)，此過程係經由五碳糖磷酸化路徑 (pentose-phosphate pathway) 促進醣類降解為乳酸，再提供肌肉細胞額外的 ATP (Gross, Kormann, & Zollner, 1991)，因此在無氧運動狀態下人體需要大量的 ATP，則亦可能藉由上述路徑來生成更多能量，加速血乳酸的產生，進而抵銷了原本具有降低血乳酸效益的鉻，同時本研究增補 UBE 獲得的最大動力輸出及平均動力輸出皆顯著高於安慰劑，顯見運動的強度更高，因此運動後血乳酸濃度不低於安慰劑增補應是合理的，甚至從本研究的結果可以發現，增補能量糖運動後之血乳酸還略高於安慰劑，只是未達顯著差異水準。至於血糖指標方面，雖然不同增補處理下之無氧運動前及無氧運動後血糖濃度皆無顯著差異，不過受到 UBE 含鉻的影響，或許仍有利於肌細胞在運動前儲存較多的肌肝醣，因此在 30 秒無氧溫蓋特測驗能產生較大之動力輸出並產生更多乳酸，也可能是增補 UBE 卻沒有降低無氧運動後之血乳酸濃度的原因之一。

伍、結論與建議

本研究的結論為立即性增補 NBC (200 微克) 及 UBE (含 NBC 200 微克及碳水化合物 3.71 公克) 均能有效提升最大攝氧量及運動衰竭時間之有氧運動表現, 以及提升平均動力輸出及最大動力輸出之無氧運動表現, 若單就運動衰竭時間而言, 由於 UBE 能量糖內含 NBC 及碳水化合物等其他成份, 所以增補 UBE 能量糖更具有加成之效果。目前有關 NBC 及 UBE 對運動表現影響的研究, 皆在實驗室裡進行, 而兩種增補物對於實地運動表現的影響, 有待未來研究進一步探討。

陸、參考文獻

- Anderson, R. A. (1995). Chromium and parenteral nutrition. *Nutrition*, 11, 83-86.
- Anderson, R. A. (1998). Effects of chromium on body composition and weight loss. *Nutrition Reviews*, 56 (9), 266-270.
- Balk, E. M., Tataioni, A., Lichtenstein, A. H., Lau, J., & Pittas, A. G. (2007). Effect of chromium supplementation on glucose metabolism and lipids. *Diabetes care*, 30 (8), 2154-2163.
- Cefalu, W. T., & Hu, F. B. (2004). Role of chromium in human health and in diabetes. *Diabetes Care*, 27 (11), 2741-2751.
- Crawford, V., Scheckenbach, R., & Preuss, H. G. (1999). Effects of niacin-bound chromium supplementation on body composition in overweight African-American women. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 1 (6), 331-337.
- Dodd, S. L., Johnson, C. A., Fernholz, K., & St. Cyr, J. A. (2004). The role of ribose in human skeletal muscle metabolism. *Medical Hypotheses*, 62 (5), 819-824.
- Evans, G. W. (1989). The Effect of chromium picolinate on insulin controlled parameters in humans. *International Journal of Biosocial and Medical Research*, 11 (2), 163-180.
- Frank, L. L., & Baer, J. T. (2002). The effect of a chromium-containing beverage on sprint cycling performance after a submaximal exercise bout. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, S3.
- Gross, M., Kormann, B., & Zöllner, N. (1991). Ribose administration during exercise: effects on substrates and products of energy metabolism in healthy subjects and a patient with myoadenylate deaminase deficiency. *Journal of Molecular Medicine*, 69 (4), 151-155.
- Grant, K. E., Chandler, R. M., Castle, A. L., & Ivy, J. L. (1997). Chromium and exercise training: effect on obese women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (8), 992-998.
- Huskisson, E., Maggini, S., & Ruf, M. (2007). The role of vitamins and minerals in energy metabolism and well-being. *Journal of International Medical Research*, 35, 277-289.
- Hoffman, J. R., Kang, J., Ratamess, N. A., Jennings, P. F., Mangine, G. T., & Faigenbaum, A. D. (2007). Effect of nutritionally enriched coffee consumption on aerobic and anaerobic exercise performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 456-459.
- Kaats, G. R., Blum, K., Fisher, J. A., & Adelman, J. A. (1996). Effects of chromium picolinate supplementation on body composition: A randomised, double-masked, placebo-controlled study. *Current Therapeutic Research*, 57 (10), 747-756.
- Kaats, G. R., Blum, K., Pullin, D., Keith, S. C., & Wood, R. (1998). A randomised, double-masked, placebo-controlled study of the effects of chromium picolinate supplementation on body composition: a replication and extension of a previous study. *Current Therapeutic Research*, 59 (6), 379-388.
- Lee, J. Y., Kim M., & Kwon, S. C. (2009). Effect of polyethylene glycol on electrochemically deposited trivalent chromium layers. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 99 (4), 819-823.
- Mertz, W. (1998). Chromium Research from a Distance: From 1959 to 1980. *Journal of the American College of Nutrition*, 17 (6), 544-547.
- Olin, K. L., Stearns, D. M., Armstrong W. H., & Keen C. L. (1994). Comparative retention/absorption of ⁵¹chromium (⁵¹Cr) from ⁵¹Cr chloride, ⁵¹Cr nicotinate and ⁵¹Cr picolinate in a rat model. *Trace*

- Elements in Medicine*, 11 (4), 182-186.
- Pagan, J. D., Jackson, S. G., & Duren, S. E. (1995). The effect of chromium supplementation on metabolic response to exercise in thoroughbred horses. Nottingham University Press, Nottingham, UK. 249-256.
- Roberts, M. D., Taylor, L. W., Wismann, J. A., Wilborn, C. D., Kreider, R. B., & Willoughby, D. S. (2007). Effects of ingesting JavaFit Energy Extreme functional coffee on aerobic and anaerobic fitness markers in recreationally-active coffee consumers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4 (25), 6-15.
- Rodriguez, N. R., DiMarco, N. M., & Langley, S. (2009). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 709-731.
- Saunders, M. J., Moore, R. W., Kies, A. K., Luden, N. D., & Pratt, C. A. (2009). Carbohydrate and protein hydrolysate coingestion's improvement of late-exercise time-trial performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19 (2), 136-149.
- Shara, M., Yasmin, T., Kincaid, A. E., Limpach, A. L., Bartz, J., & Brenneman, K. A. (2005). Safety and toxicological evaluation of a novel niacin-bound chromium (III) complex. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 99, 2161-2183.
- Spriet, L. L. (2014). Nutrition for training and performance. *Sports Medicine*, 44(Suppl 2), S115-S116.
- Thirunavukkarasu, M., Penumathsa, S. V., Juhasz, B., Zhan, L., Bagchi, M., & Yasmin, T. (2006). Enhanced cardiovascular function and energy level by a novel chromium (III)-supplement. *Biology Factors*, 27, 53-67.
- Walker, L. S., Bembien, M. G., Bembien, D. A., & Knehans, A. W. (1998). Chromium picolinate effects on body composition and muscular performance in wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (12), 1730-1737.